

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194373

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/29

(21)Application number : 09-361356

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD  
DAINICHISEIKA COLOR & CHEM MFG  
CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.1997

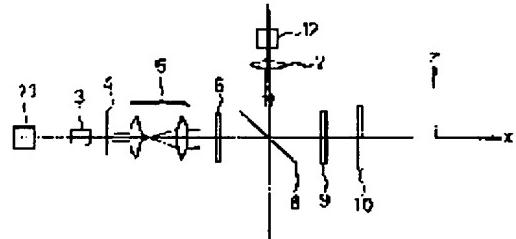
(72)Inventor : UENO ICHIRO  
TSUJITA KOJI  
TANAKA NORIO

## (54) OPTICAL ELEMENT, DEFLECTING ELEMENT USING OPTICAL ELEMENT, AND METHOD AND DEVICE FOR OPTICAL CONTROL

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To deflect light fast at a desired deflection angle.

SOLUTION: This device consists of at least a light source 12 for signal light, a light source 11 for control light having a different wavelength from the light source 12 for the signal light, a wedgelike light intensity distribution adjusting means 6, and an optical element 9 formed of a light responding composition. In this optical element, a refractive index distribution is formed by the control light and the deflection of the signal light is controlled by this refractive index distribution.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The optical element which consists of an optical response constituent constituted that wedge-shaped refractive-index distribution should be formed in the interior by the ability irradiating light by wedge-shaped optical intensity distribution.

[Claim 2] The deviation component using the optical element characterized by deflecting signal light of the wavelength which is constituted at least from an intensity-distribution adjustment device for irradiating light by wedge-shaped optical intensity distribution by the optical element which consists of an optical response constituent, and this optical element, forms refractive-index distribution into said optical element by control light, and differs from said control light according to this refractive-index distribution.

[Claim 3] The step which gives wedge-shaped optical intensity distribution to the optical element which consists of an optical response constituent, and irradiates the control light of the wavelength which this optical element absorbs to it, The step which forms wedge-shaped refractive-index distribution into said optical element by this exposure, The optical control approach using the optical element which consists of steps which control light by irradiating the signal light of wavelength which is different from control light in an optical element with refractive-index distribution of this wedge shape, and deflecting this signal light at least.

[Claim 4] The optical control approach using the optical element according to claim 2 characterized by changing said control luminous intensity and changing the deflection angle of said deviation.

[Claim 5] The deviation component which turns into an optical element which consists of an optical response constituent, and this optical element from the intensity-distribution adjustment device for irradiating light by wedge-shaped optical intensity distribution at least, It consists of the 1st light source which outputs the light of the wavelength which said optical element absorbs, and the 2nd light source which outputs the light of different wavelength from this 1st light source at least. The optical control unit using the optical element characterized by generating wedge-shaped refractive-index distribution in said optical element by the light of said 1st light source, and controlling the deviation of the light of said 2nd light source by refractive-index distribution of this wedge shape.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a useful optical element, the deviation component using it, the optical control approach, and an optical control unit in the field of optoelectronics (photonics), such as optical communication and optical information processing. Especially based on change of the refractive index of an optical element, it is related with the optical element which deflects light (signal light), the deviation component using this optical element, the optical control approach, and an optical control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally as a means to deflect light, the following approaches are taken.

[0003] (1) Shake a mirror mechanically.

[0004] (2) Rotate a polygon mirror mechanically.

[0005] (3) Use an acousto optic effect.

[0006] (4) Use the electro-optical effect.

[0007] However, although the deviation approach which shakes a mirror mechanically is cheap, it has the fault that it is inaccurate and it cannot answer to high frequency. The approach using a polygon mirror is very expensive. If the approach using an acousto optic effect is expensive and it does not condense using a lens etc., it has the fault of not answering to high frequency. Moreover, it has the fault that a deflection angle is small, at an expensive price [ the approach using the electro-optical effect ], and greatly.

[0008] In view of the starting situation, the approach of making produce refractive-index distribution in a medium, and modulating light with temperature, is proposed by JP,60-14221,A. The technique indicated by this JP,60-124221,A gives heat to a medium by the exoergic resistor, produces refractive-index distribution in a medium, and is deflecting light. And an optical spot is blinked by whether this deflected light is shaded with a gobo.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the technique indicated by this JP,60-124221,A will be made to generate heat by the exoergic resistor and a medium will be heated by heat conduction, it has a problem of "breadth of heat" essentially. That is, it is difficult to be unable to give a detailed heat gradient within a large area, but to acquire desired refractive-index distribution by the breadth of heat. Furthermore, even if micro processing of an exoergic resistor adopts the photolithography technique used with the semiconductor integrated circuit, it is very difficult actually, and has a fixed limitation, and a component cannot but enlarge it. If a component is enlarged, in connection with it, optical system is also complicated -- and it enlarges. Moreover, since it will be made to generate heat by the exoergic resistor and a medium will be heated by heat conduction, it has the fault that a response is slow and cannot raise the frequency of refractive-index change, as an essential problem.

[0010] It is this invention's giving wedge-shaped refractive-index distribution to a predetermined field in view of the above-mentioned trouble, and offering the optical element which the deflection angle of a request of the light (signal light) to penetrate can be made to deflect correctly according to this refractive-index distribution.

[0011] Other purposes of this invention are offering the optical element which raises the frequency of refractive-index change and enables deviation control of the high speed using this refractive-index change.

[0012] The purpose of further others of this invention is offering the optical element which makes possible the optical deflection of deflection angle sufficient by the lowest possible optical power.

[0013] The purpose of further others of this invention is cheap, and is offering the high deviation component of precision moreover.

- [0014] The purpose of further others of this invention is offering the deviation component which enables high-speed deviation control.
- [0015] The purpose of further others of this invention is offering the deviation component in which the optical deflection of deflection angle sufficient by the lowest possible optical power is possible.
- [0016] The purpose of further others of this invention is offering the optical control approach light's being deflected simply and correctly.
- [0017] The purpose of further others of this invention is offering the optical control approach which raises the frequency of the refractive-index change in an optical element, consequently enables high-speed deviation control.
- [0018] The purpose of further others of this invention is performing the optical deflection of deflection angle sufficient by the lowest possible optical power, and offering energy saving and the economical optical control approach more.
- [0019] The purpose of further others of this invention is easy an equipment configuration, and a price is offering the optical control unit which can deflect light at a low price and correctly.
- [0020] The purpose of further others of this invention has a compact equipment configuration, and it is offering the optical control unit in which high-speed deviation control is possible moreover.
- [0021] The optical deflection of deflection angle sufficient by the lowest possible optical power is possible for the purpose of further others of this invention, and it is that a running cost offers a low optical control unit.
- [0022]
- [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the 1st description of this invention is the optical element which consists of an optical response constituent constituted that wedge-shaped refractive-index distribution should be formed in the interior by the ability irradiating light by wedge-shaped optical intensity distribution. What is necessary is to arrange the intensity-distribution adjustment device for making optical intensity distribution into a wedge shape by position relation near the optical element etc., and just to form wedge-shaped temperature distribution into an optical element, in order to form wedge-shaped refractive-index distribution in the interior. Control light, such as a laser beam of the wavelength which an optical element absorbs to this optical element, is chosen, and, of course, is irradiated. And what is necessary is to deflect the signal light of different wavelength from control light by wedge-shaped refractive-index distribution, and just to make it take out only signal light, in order to deflect signal light using this optical element. For example, an intensity-distribution adjustment device has the aperture of a rectangular head or a rectangle, and should just constitute it from a filter with which it was made for the luminous-intensity distribution which penetrated this aperture to become a wedge shape. Since there is neither a time lag which the own temperature up of a heating element takes since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, nor a time lag required for heat conduction, the temperature distribution of a request at a high speed are attained. For this reason, desired refractive-index distribution can be formed extremely in a short time. And it is possible to change a refractive index and to change a deflection angle freely in the predetermined range by what the control luminous intensity which irradiates the optical response constituent in an optical element is changed for (for example, the outgoing radiation light power from the light source is changed). Moreover, since an optical response constituent can be easily manufactured with a well-known technique, the price of the optical element which consists of an optical response constituent of the 1st description of this invention is cheap.
- [0023] The 2nd description of this invention is characterized by being the deviation component which deflects signal light of the wavelength from which intensity-distribution adjustment devices for irradiating light by wedge-shaped optical intensity distribution are consisted of at least by the optical element which consists of an optical response constituent, and this optical element, temperature distribution are formed into an optical element by control light, and control light differs according to the refractive-index distribution by these temperature distribution. The intensity-distribution adjustment device of the 2nd description of this invention has the aperture of a rectangular head or a rectangle, and should just constitute it from a filter with which it was made for the luminous-intensity distribution which penetrated this aperture to become a wedge shape. The light (for example, semiconductor laser light) which came out of the light source is irradiated, by carrying out image formation of the light which penetrated this aperture to the optical response constituent in an optical element, predetermined heat energy distribution (temperature distribution) is formed into an optical element, and, as a result, wedge-shaped refractive-index distribution is formed in the aperture of an intensity-distribution adjustment device. Since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, desired temperature distribution and refractive-index distribution can be formed in

a short time. For this reason, a deviation frequency is high and can be attained easily about 10kHz. If an optical response constituent is chosen, the high deviation frequency of about 1MHz is also possible. And it is possible to change a refractive index and to change a deflection angle by what the control light reinforcement which irradiates the optical response constituent in an optical element is changed for (for example, the outgoing radiation light power from the light source is changed). Since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, heating effectiveness is high and can change freely the deflection angle of the range predetermined by low optical power.

[0024] The step which gives wedge-shaped optical intensity distribution to the optical element which the 3rd description of this invention becomes from an optical response constituent, and irradiates the control light of the wavelength which this optical element absorbs to it, The step which forms wedge-shaped refractive-index distribution into an optical element by the exposure of this control light, It is the optical control approach using the optical element which consists of steps which control light irradiates the signal light of different wavelength at an optical element with wedge-shaped refractive-index distribution, deflect signal light, and control light at least. What is necessary is to have the aperture of a rectangular head or a rectangle and just to use the filter with which it was made for the luminous-intensity distribution which penetrated this aperture to become a wedge shape, in order to give wedge-shaped optical intensity distribution. The light which came out of the light source is irradiated, by carrying out image formation of the light which penetrated this aperture to the optical response constituent in an optical element, predetermined heat energy distribution (temperature distribution) is formed into an optical element, and, as a result, wedge-shaped refractive-index distribution is formed in the aperture of this filter. Since it is heating direct for the predetermined part of an optical response constituent with light, temperature distribution and refractive-index distribution can be formed in a high speed. For this reason, a deviation frequency is high and can be attained easily about 10kHz. If an optical response constituent is chosen, the high deviation frequency of about 1MHz is also possible. And by changing the control light reinforcement which irradiates the optical response constituent in an optical element, it is possible to change a refractive index and to change a deflection angle into a high speed. . Since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, energy efficiency is high and a big deflection angle is acquired. Therefore, the deflection angle of the range predetermined by low optical power is changed freely.

[0025] The optical element which the 4th description of this invention becomes from an optical response constituent, To an optical element, by wedge-shaped optical intensity distribution light The deviation component which consists of an intensity-distribution adjustment device for irradiating at least; It consists of the 2nd light source which outputs the light (signal light) of different wavelength from the 1st light source which outputs the light (control light) of the wavelength which this optical element absorbs, and the; 1st light source at least. It is an optical control unit using the optical element which is made to generate refractive-index distribution in an optical element by the light (control light) of the 1st light source, and controls the deviation of the light (signal light) of the 2nd light source by this refractive-index distribution. The intensity-distribution adjustment device in the 3rd description of this invention has the aperture of a rectangular head or a rectangle, and should just constitute it from a filter with which it was made for the luminous-intensity distribution which penetrated this aperture to become a wedge shape. The light (control light) which came out of the light source is irradiated, by carrying out image formation of the light which penetrated this aperture to the optical response constituent in an optical element, predetermined heat energy distribution (temperature distribution) is formed into an optical element, and, as a result, wedge-shaped refractive-index distribution is formed in the aperture of an intensity-distribution adjustment device. Since it is heating direct for the predetermined part of an optical response constituent with light, temperature distribution and refractive-index distribution can be formed in a high speed. For this reason, a deviation frequency is high and can be attained easily about 10kHz. Furthermore, if an optical response constituent is chosen, the high deviation frequency of about 1MHz is also possible. And by changing the control light reinforcement which irradiates the optical response constituent in an optical element, it is possible to change a deflection angle. Since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, energy efficiency is high, and the power consumption of equipment is small. And by low optical power, the deflection angle of the predetermined range can be changed freely and it is efficient. What is necessary is just to use photomixing machines, such as a beam splitter, in order to use light (control light) of the 1st light source, and light (signal light) of the 2nd light source as the almost same optical axis in the 4th description of this invention and to carry out incidence to an optical element. Moreover, what is necessary is just to use a predetermined wavelength selection filter, in order to separate the signal light and control light which are outputted from an optical element. In addition, in order to carry out incidence of control light and

the signal light efficiently with the beam diameter of the magnitude set to the optical element, of course, what is necessary is just to use the optical system using a well-known lens etc. Anyway, since an optical control unit is made in an easy equipment configuration, the whole equipment becomes compact and the price also has it. [ cheap ]

[0026]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0027] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 shows the example of an outline configuration of the optical control unit concerning the 1st operation gestalt of this invention. The optical control unit concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention consists of the light source (the 1st light source) 11 of control light, the light source (the 2nd light source) 12 of signal light, an optical modulator 3, a shutter 4, the lens group 5, ND filter 6, the lens 7, a photomixing machine 8, an optical element 9 of this invention, and a wavelength selection transparency filter 10 so that an outline may be illustrated to drawing 1.

[0028] Laser equipment is suitable for the light source 11 of control light. The optical control unit concerning the 1st operation gestalt of this invention is an example in the case of using gas laser and solid state laser as a control light. The oscillation wavelength and output are suitably chosen according to the wavelength of the target signal [ approach / of this invention / optical / control ] light, and the response characteristic of an optical responsibility constituent to be used. There is especially no limit about the method of laser oscillation, and the thing of the format of arbitration can be used according to an oscillation wavelength band, an output, economical efficiency, etc. Again. You may use it, after carrying out wavelength conversion of the light of a laser light source by the nonlinear optical element. Specifically, solid state laser, such as gas laser, such as an Ar ion laser (oscillation wavelength 457.9 thru/or 514.5nm) and He Ne laser (633nm), ruby laser, and Nd:YAG laser, dye laser, etc. can be used suitably. The light source (the 2nd light source) 12 of signal light uses the laser equipment of wavelength which is different in the light source (the 1st light source) 11 of control light. Moreover, not only the coherent light from a laser light source but non-coherent light can also be used for the light source 12 of signal light. Moreover, by the light filter or the monochromator, continuous spectrum light from the light source which gives the homogeneous lights other than laser equipment, such as light emitting diode and the neon discharge tube, a tungsten filament lamp, a metal halide lamp, the xenon discharge tube, etc. may be monochrome-ized, and may be used.

[0029] An optical modulator 3 is used in order to change a deflection angle and to change control light reinforcement. For example, what is necessary is just to use AO modulator and EO modulator. A shutter 4 is used in order to shade, when control light is not required, and when substituting an optical modulator 3, it is not necessary to use it. When using a shutter 4, among an optical chopper and mechanical shutter, a liquid crystal shutter, an optical Kerr effect shutter, a pockels cell, an optical sound component, etc., from from, the actuation rate of the shutter itself is taken into consideration, and the thing of arbitration can be used as the format, for example, it can be used, choosing suitably.

[0030] Since it is made the magnitude which was able to define the light of the gas laser which is the light source 11 of control light, or solid state laser and an optical element 9 is irradiated, the lens group 5 is used.

[0031] ND filter 6 is used in order to make control luminous-intensity distribution into a wedge shape, as shown in drawing 2. In drawing 2, the direction of an optical axis of control light is made into a x axis, the y-axis is perpendicular to space at drawing 1, and the z-axis is a direction perpendicular to the optical axis (x axis) of control light within space.

[0032] As shown in drawing 3 (a), the Gaussian distribution of the intensity distribution of a laser beam is carried out. If a lens aperture is larger than a laser beam, the Gaussian distribution also of the laser beam which passed the lens is carried out. The way things stand, the Gaussian distribution of the laser beam which carries out incidence to ND filter 6 is carried out. In the optical control unit of the 1st operation gestalt of this invention, a part of this laser beam that carried out Gaussian distribution is extracted using the laser beam transparency aperture 63 in a y-z flat surface as shown in drawing 3 (b). In drawing 3 (b), a periphery 62 is the location which laser beam reinforcement can consider is about 0%, i.e., a beam diameter, in the Gaussian distribution on a concentric circle. That is, in order to extract a part of laser beam which carried out Gaussian distribution, the predetermined laser beam transparency aperture 63 is installed before ND filter 6 or an optical element 9. As this laser beam transparency aperture is shown in drawing 3 (b), one side (lower side) of the direction of the y-axis It consists of a segment passing through the location of the maximum reinforcement (100%) of Gaussian distribution, a segment by which the side (surface) of another side of the direction of the y-axis passes along about 30% of location of the main reinforcement of Gaussian

distribution, and a segment by which the side (right-hand side and left part) of both directions of the z-axis passes along about 70% of location of Gaussian distribution, and is the aperture of a rectangle [ like ]. The magnitude of this laser beam transparency aperture is about 0.03mm angle thru/or 0.1mm angle on an optical element 9. In this drawing 1, the intensity-distribution adjustment device of this invention is constituted from combination of the abridged laser beam transparency aperture 63 and abridged ND filter 6, and it is made the optical intensity distribution of the wedge shape from which the refractive index changed in the direction of the z-axis as shown in drawing 2. And the deviation component of this invention consists of the intensity-distribution adjustment devices and optical elements 9 of this this invention.

[0033] The light which had the optical intensity distribution of a wedge shape which is drawing 2 in the optical element 9 carries out incidence, and the optical element 9 which absorbed light causes refractive-index change with the heat resulting from light absorption. Change of a refractive index is proportional to the incidence reinforcement of light mostly below with a value with incident light reinforcement. Therefore, if incidence of the wedge-shaped light is carried out in the direction of a single dimension, refractive-index distribution of the wedge shape from which the refractive index changed in the direction of the z-axis will arise. What is necessary is just to use the various things which have the single crystal of a compound semiconductor well-known as an optical response constituent used for this optical element 9 etc. About the example of these optical response constituents, it mentions later.

[0034] If signal light is used as the almost same optical axis as control light using the photomixing machine 8 and incidence is carried out to an optical element 9, signal light will be deflected according to refractive-index distribution of the wedge shape from which the refractive index changed in the direction of the z-axis. The range of the include angle (deflection angle) to deflect is 0 degree thru/or 30 degrees, and it is changed by the power of control light. A deviation is not carried out when the power of control light is zero. A deflection angle increases as the power of control light is raised from zero. Since the predetermined part of an optical response constituent is directly heated with light, energy efficiency is high, for example, when He Ne laser (633nm) is made into control light, is 20 thru/or about 130mW low optical power, and can acquire a desired deflection angle freely (in 0 degree thru/or 30 degrees). The photomixing machine 8 is used in order to adjust the optical path of the control light which carries out incidence to an optical element, and signal light. Either a polarization beam splitter an unpolarized light beam splitter or a dichroic mirror can be used.

[0035] With the wavelength selection filter 10, cut control light, only signal light is made to penetrate, and signal light is deflected. As a means for separating the signal light and control light from which wavelength differs, prism, a diffraction grating, a dichroic mirror, etc. can be used for others. As a wavelength selection transparency filter 10, the light of the wavelength band of control light is intercepted completely, and on the other hand, if it is the wavelength selection transparency filter which can penetrate the light of the wavelength band of signal light efficiently, the thing of well-known arbitration can be used. For example, plastics and glass which were colored with coloring matter, the glass which prepared the dielectric multilayer vacuum evaporationo film in the front face can be used.

[0036] Here, the example of the optical response constituent used for an optical element 9 is described. This optical response constituent gives wedge-shaped optical intensity distribution, irradiates control light, originates in the temperature rise which happens to the field which absorbed control light, and its boundary region, produces change of a refractive index reversibly, and should just be the ingredient of light absorption nature [ like ]. For example, the thing which distributed the single crystal of the (a) compound semiconductor, or the particle of this compound semiconductor into the matrix material. What is necessary is just to use GaAs, GaAsP, GaAlAs, InP, InAs, PbTe, InGaAsP, ZnSe, etc. as a compound semiconductor, for example.

[0037] (b) What distributed the particle of the single crystal thin film of a single elemental semiconductor, a polycrystal thin film, a porosity thin film, or this single elemental semiconductor into the matrix material. What is necessary is just to use silicon (Si), germanium (germanium), a selenium (Se), a tellurium (Te), etc. as a single elemental semiconductor.

[0038] (c) What distributed the single crystal of the metal halogenide which doped dissimilar metal ion, or the particle of this metal halogenide into the matrix material. What is necessary is just to use a potassium bromide, a sodium chloride, a copper bromide, a copper chloride, a cobalt chloride, etc. as a metal halogenide.

[0039] (d) What distributed the single crystal of cadmium chalcogenide, such as CdS, CdSe, CdSeS, CdSeTe, etc. which doped dissimilar metal ion, such as copper, or the particle of these cadmium chalcogenide in the matrix material.

[0040] (e) A ruby, alexandrite, a garnet, Nd:YAG, sapphire, Ti : The single crystal (so-called laser crystal); metal ion equivalent to the jewel which doped metal ions, such as sapphire and Nd:YLF The lithium niobate which doped (for example, iron ion) (LiNbO<sub>3</sub>), LiB<sub>3</sub>O<sub>5</sub>, LiTaO<sub>3</sub>, KTiOPO<sub>4</sub>, and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNbO<sub>3</sub> and BaB<sub>2</sub>O<sub>5</sub> etc. -- ferroelectric crystal; -- the quartz glass which doped metal ions (for example, neodium ion, erbium ion, etc.), soda glass, borosilicate glass, and other glass.

[0041] (f) What dissolved or distributed coloring matter in the matrix material.

[0042] \*\*\*\*\*.

[0043] Since a matrix material and the selection range of coloring matter are wide and processing to a thin film light corpuscle child is also easy the range, what dissolved or distributed coloring matter in the matrix material of (f) also in these optical response constituents (ingredient of light absorption nature) can be especially used suitably by this invention. The deviation frequency of the optical control unit concerning the 1st operation gestalt of this invention is high, and although about 10kHz can be attained easily, if the ingredient of light absorption nature suitable [ from ] among the above-mentioned optical response constituents is chosen especially, the high deviation frequency of 100kHz thru/or about 1MHz is also possible.

[0044] As an example of the coloring matter which can be used by this invention For example, xanthene dyes, such as Rhodamine B, rhodamine 6G, eosine, and Phloxine B, Acridine dyes, such as an acridine orange and acridine red, ethyl red, Azo dye, such as Methyl Red, Pori Phi Lynne system coloring matter, phthalocyanine system coloring matter, Thoria reel methane system coloring matter, such as cyanine dye, such as - diethyl thia carbocyanine iodide, and 3 and 3 '3, 3'-diethyl OKISA dicarbocyanine iodide, ethyl violet, and Victoria blue R, etc. can be used suitably.

[0045] In this invention, it is independent about these coloring matter, or two or more sorts can be mixed and used.

[0046] The matrix material which can be used by this invention can use the thing of arbitration, if satisfied with the wavelength field of the light used by the optical control approach of (1) this invention that it can stability-good-dissolve or the coloring matter or the various particles which are used by that permeability is high and (2) this inventions can be distributed, and if needed [ (3) ] of the conditions of being self-gestalt holdout.

[0047] The low-melting-glass ingredient created as a matrix material of an inorganic system with the so-called sol gel process besides being the single crystal of a metal halogenide, the single crystal of a metallic oxide, the single crystal of metal chalcogenide, quartz glass, soda glass, borosilicate glass, etc., for example can be used. Moreover, as a matrix material of an organic system, various organic polymeric materials can be used, for example.

[0048] An approach well-known for dissolving or distributing coloring matter into these matrix materials can be used. For example, after dissolving (b) coloring matter and a matrix material into a common solvent and mixing, How to evaporate a solvent and remove; How to form a matrix material, since coloring matter is dissolved or distributed to the raw material solution of the inorganic system matrix material manufactured with a (b) sol gel process, Into the monomer of an organic macromolecule system matrix material, a solvent is used if needed. (Ha) The solution which dissolved a polymerization thru/or approach; which is made to carry out a polycondensation and forms a matrix material or (d) coloring matter, and an organic macromolecule system matrix material for this monomer into the common solvent since coloring matter was dissolved or distributed After both coloring matter and a thermoplastic organic macromolecule system matrix material trickle into an insoluble solvent, it carries out produced precipitate a \*\* exception and dries, the approach of heating and melting processing it etc. can be used suitably. A coloring matter molecule is made to condense with the device of the combination of coloring matter and a matrix material, and the processing approach, and although it is known that you are made to form the special meeting object called "H meeting object", "J meeting object", etc., the coloring matter molecule in a matrix material may be used on the conditions which form such a state of aggregation or a meeting condition.

[0049] Moreover, an approach well-known for distributing various particles, such as a semi-conductor metallurgy group halogenide mentioned above into these matrix materials, can be used. for example, (b) -- these particles -- the solution of a matrix material -- Or the method of removing a solvent, after distributing in the solution of the precursor of a matrix material; into the monomer of a (b) organic macromolecule system matrix material Since a particle is distributed if needed, a monomer using a solvent as a polymerization thru/or a precursor of an approach; (Ha) particle which is made to carry out a polycondensation and forms a matrix material After dissolving or distributing metal salts, such as perchloric acid cadmium and a gold chloride, into an organic macromolecule system matrix material, it processes by

hydrogen-sulfide gas. For example, the particle of a cadmium sulfide Or the method of depositing a golden particle in a matrix material by heat-treating, respectively; The approach of growing up a matrix material using the dopant gas which contains these particles in (\*\*) or chemical vapor deposition (CVD), The approach of depositing a matrix material using the target which contains these particles in the sputtering method etc. can be used suitably.

[0050] In addition, in the range which does not cause trouble to the function, the optical response constituent used by the optical element 9 of this invention may contain an anti-oxidant well-known as an additive, an ultraviolet ray absorbent, a singlet oxygen quencher, a distributed assistant, etc. in order to raise workability or to raise the stability and endurance as an optical element.

[0051] The creation approach of the optical element 9 of [creation approach of optical element] this invention is selected by arbitration according to the class of ingredient which an optical element 9 constitutes and uses, and a well-known approach can be used for it. For example, in the case of a single crystal, the ingredient of light absorption nature used for the optical response constituent in the (A) optical element can create a light absorption layer membrane by cutting / polish processing of a single crystal.

[0052] (B) When creating the light absorption layer membrane which consists of a matrix material containing coloring matter, and the thin film-like optical element used combining optical glass, a light absorption layer membrane can be created by approach which are enumerated below.

[0053] (b) How to carry out coating of the solution which dissolved coloring matter and a matrix material on the optical-glass substrate used as a heat transfer layer membrane by coating methods, such as the applying method, the blade coat method, the roll coat method, a spin coat method, a dipping method, and a spray method, or print by print processes, such as the Taira version, letterpress, an intaglio, a mimeograph, a screen, and an imprint, and form a light absorption membrane layer. In this case, the inorganic system matrix material creation approach by the sol gel process can also be used for formation of a light absorption membrane layer.

[0054] (b) How to deposit on an optical-glass substrate by the electrochemical membrane formation technique, such as an electrodeposition process, an electrolytic polymerization method, and a micell electrolytic decomposition process (JP,63-243298,A).

[0055] (c) Lang Mia Blodgett's technique which moves the monomolecular film made to form on water on an optical-glass substrate.

[0056] (d) When the organic macromolecule system matrix material which forms a light absorption layer membrane is thermoplasticity, even if it uses hot pressing (JP,4-99609,A) and the extending method, a thin film thru/or a thick-film-like model optical element can be created on an optical-glass substrate.

[0057] (e) How to deposit on an optical-glass substrate as an approach of using the polymerization thru/or polycondensation reaction of a raw material monomer, by technique, such as the casting method, the rear cushion injection mold method, and a photopolymerization method, when a monomer is a liquid.

Furthermore, if this liquid is made to evaporate, it is also possible to use a plasma polymerization method.

[0058] (\*\*) How to deposit on an optical-glass substrate by approaches, such as a sublimation replica method, vacuum evaporation technique, the ion beam method, the sputtering method, a plasma polymerization method, a CVD method, and organic molecular-beam vacuum deposition (organic [ MBE ] law).

[0059] (\*\*) -- spray into a high vacuum container from the spraying nozzle which prepared the organic system optical material of two or more components for every component in the state of a solution or dispersion liquid, it is made to deposit on a substrate, and the manufacture approach (patent No. 2599569) of the compound-die optical thin film by heat-treating can also be used.

[0060] (C) It is also possible to use it, where it changed coloring matter the solution into the dissolution or a distributed condition and it is furthermore put into a thin cel besides the thin film-like optical element used combining these optical glass.

[0061] (Gestalt of the 2nd operation) The example of an outline configuration of the optical control unit of the 2nd operation gestalt of this invention is shown in drawing 4 . The gestalt of the 2nd operation is an example which uses semiconductor laser as a control light. The optical control unit concerning the 2nd operation gestalt of this invention consists of the semiconductor laser 21 as the light source (the 1st light source) of control light, the light source (the 2nd light source) 22 of signal light, the lens group 5, ND filter 6, a lens 7, a photomixing machine 8, an optical element 9 of this invention, and a wavelength selection transparency filter 10 so that an outline may be illustrated to drawing 4 .

[0062] Semiconductor laser 21 is suitably chosen according to oscillation wavelength and outputs, such as a GaAs, InGaP, InGaAlP, InGaAlAs, GaAlAsSb, and GaN system. The wavelength of the semiconductor

laser as the light source of control light is chosen so that it may become different wavelength especially from the wavelength of the light source 22 of signal light. Moreover, it chooses in consideration of the light absorption property of an optical element 9. You may use it, after carrying out wavelength conversion of the light of semiconductor laser 21 by the nonlinear optical element.

[0063] Although the configuration shown in drawing 4 has the part which is common in the configuration fundamentally shown in drawing 1, the optical modulator 3 and shutter 4 which were shown in drawing 1 are unnecessary. It is because the power source which drives semiconductor laser is controlled, it can become irregular easily or the output of semiconductor laser can be turned on and off. Although it is desirable to use semiconductor laser also for the light source 22 of signal light, it does not bar using the gas laser and solid state laser other than semiconductor laser. Moreover, not only the coherent light from these laser light sources but non-coherent light can also be used. Moreover, also except laser equipment, by the light filter or the monochromator, continuous spectrum light from the light source which gives the homogeneous light, a tungsten filament lamp, a metal halide lamp, the xenon discharge tubes, such as light emitting diode and the neon discharge tube, etc. may be monochrome-ized, and may be used.

[0064] In the gestalt of operation of the 2nd of this invention, outgoing radiation light of semiconductor laser (the oscillation wavelength of 780nm, continuous-oscillation output of 3mW) is mostly made into parallel light as the light source 22 of signal light, it irradiates and uses by about 50 micrometers on an optical element, and, on the other hand, the case where semiconductor laser (the energy distribution of the oscillation wavelength of 694nm and a beam cross section is Gaussian distribution and the output of a maximum of 50mW) is used as the light source 21 of control light is explained.

[0065] Since it is made the magnitude which was able to define the output light from semiconductor laser 21 and an optical element 9 is irradiated, the lens group 5 is used. Generally the beam divergence angle of the output light from semiconductor laser 21 is just over or below 10 degrees in a direction level to 30-degree order and a barrier layer in a direction perpendicular to a barrier layer at the shape of an ellipse. Since vertical breadth also made magnitude with such an angle of divergence of a laser beam almost the same also as for horizontal breadth and it irradiated it at an optical element 9, the cylindrical lens 51 whose focal distance which has a lens operation perpendicularly is about 10mm, and the cylindrical lens 52 whose focal distance in which it has a lens operation horizontally is about 30mm were used.

[0066] ND filter 6 is used in order to make it a wedge shape, as control luminous-intensity distribution is shown in drawing 2 explained with the gestalt of the 1st operation. As shown in drawing 3, the Gaussian distribution of the intensity distribution of a laser beam is carried out. If a lens aperture is larger than a laser beam, the Gaussian distribution also of the laser beam which passed the lens is carried out. In the optical control unit of the 2nd operation gestalt of this invention, a part of this laser beam that carried out Gaussian distribution is extracted using a laser beam transparency aperture (it has omitted in drawing 4). That is, in order to extract a part of laser beam which carried out Gaussian distribution, a predetermined laser beam transparency aperture is installed before ND filter 6 or an optical element 9. This laser beam transparency aperture is an aperture of the rectangle which encloses 100% of location of the main reinforcement of Gaussian distribution, and is asymmetrically arranged about the direction of the z-axis, as the gestalt of the 1st operation explained. In this drawing 4, the intensity-distribution adjustment device of this invention is constituted from combination of the laser beam transparency aperture and ND filter 6 which omitted illustration, and it is made optical intensity distribution as shown in drawing 2. And the deviation component of this invention consists of the intensity-distribution adjustment devices and optical elements 9 of this this invention. The light which had the optical intensity distribution of a wedge shape which is drawing 2 in the optical element 9 carries out incidence, and the optical element 9 which absorbed light causes refractive-index change with the heat resulting from light absorption. Change of a refractive index is proportional to the incidence reinforcement of light mostly below with a value with incident light reinforcement. Therefore, if incidence of the wedge-shaped light is carried out in the direction of a single dimension, wedge-shaped refractive-index distribution will arise. What is necessary is just to use optical response constituents (ingredient of light absorption nature), such as what dissolved coloring matter (or distribution), into the semi-conductor single crystal thin film explained in the gestalt of the 1st operation as this optical element 9, a metal halide single crystal thin film, and a matrix material (please specifically refer to the gestalt of the 1st operation).

[0067] In the optical control unit concerning the 2nd operation gestalt of this invention, if signal light is used as the almost same optical axis as control light using the photomixing machine 8 and incidence is carried out to an optical element 9, signal light will deviate. The include angle to deflect is changed by the power of the semiconductor laser 21 of control light. When the power of control light is zero, a deviation is not carried

out, but a deflection angle increases as the power of control light is raised. The photomixing machine 8 is used in order to adjust the optical path of the control light which carries out incidence to an optical element 9, and signal light. Either a polarization beam splitter an unpolarized light beam splitter or a dichroic mirror can be used.

[0068] With the wavelength selection filter 10, cut control light, only signal light is made to penetrate, and signal light is deflected. As a means for separating the signal light and control light from which wavelength differs, prism, a diffraction grating, a dichroic mirror, etc. can be used for others. As a wavelength selection transparency filter 10, the light of the wavelength band of control light is intercepted completely, and on the other hand, if it is the wavelength selection transparency filter which can penetrate the light of the wavelength band of signal light efficiently, the thing of well-known arbitration can be used.

[0069]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, the optical element which the deflection angle of a request of the light (signal light) which penetrates a component can be made to deflect correctly according to the refractive-index distribution in a component can be offered.

[0070] Furthermore, according to this invention, it is easy to be able to heat only the field of a request of an optical element in a short time, since it is heating with light, and to raise the frequency of refractive-index change. Therefore, the optical element which enables deviation control on the high deviation frequency of 10kHz thru/or about 1MHz can be offered. Moreover, 20 thru/or about 130mW low optical power are enough as optical power required for this, and it can change freely the deflection angle of the range of 0 degree thru/or 30 degrees. Magnitude is the case where light is irradiated by about 0.1mm angle, on an optical element 9, and these values will become enough [ 2 thru/or about 13mW ] as required power, if exposure area of light is used as about 0.03mm angle.

[0071] Furthermore, according to this invention, it is cheap and, moreover, the high deviation component of precision can be offered. The high deviation frequency of 10kHz thru/or about 1MHz is possible for this polarizing element.

[0072] Furthermore, according to this invention, the optical control approach that light can be deflected by the deflection angle of the range of 0 degree thru/or 30 degrees can be offered simply and correctly.

According to this optical control approach, the high deviation frequency of 10kHz thru/or about 1MHz is possible, it can be enough come out of optical power required for deviation control by 20 thru/or about 130mW low optical power, and, for a certain reason, it can offer energy saving and the economical optical control approach more.

[0073] Furthermore, according to this invention, an equipment configuration is easy and the optical control unit with which a price can deflect light at a low price and correctly can be offered. The high deviation frequency of 10kHz thru/or about 1MHz is possible for this optical control unit, and if it applies to optical communication or optical information processing, it can process a lot of information. Moreover, 20 thru/or about 130mW low optical power are enough as optical power required for deviation control, and it can reduce a running cost. Furthermore, this optical control unit can change freely the deflection angle of the range of 0 degree thru/or 30 degrees.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

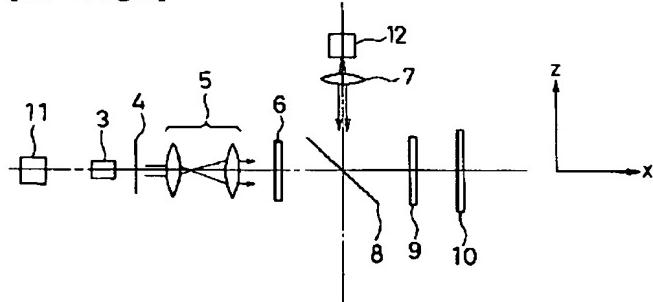
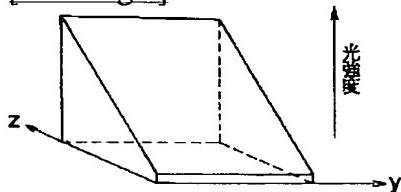
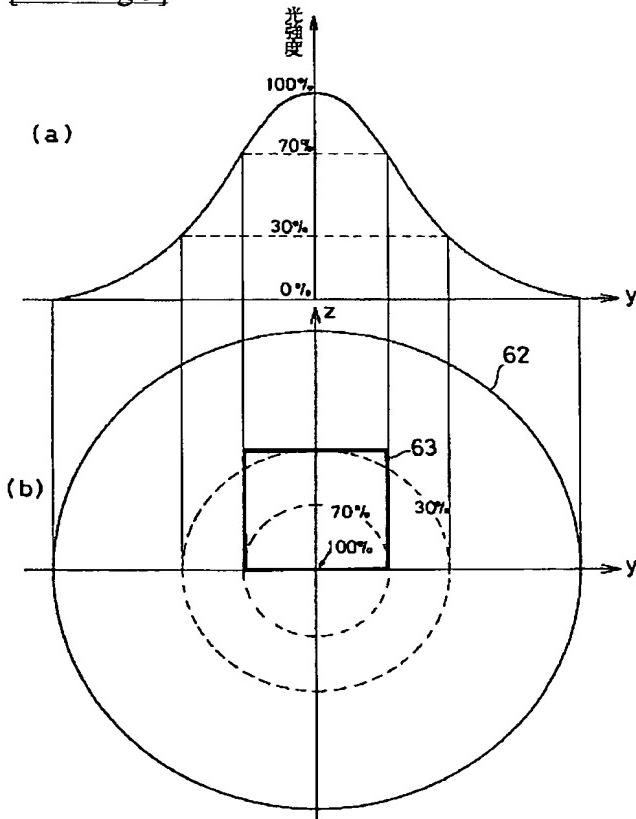
JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

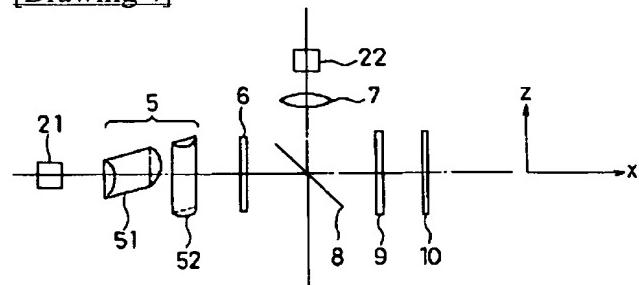
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DRAWINGS**

---

**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**

[Drawing 4]

---

[Translation done.]

## OPTICAL ELEMENT, DEFLECTING ELEMENT USING OPTICAL ELEMENT, AND METHOD AND DEVICE FOR OPTICAL CONTROL

Patent number: JP11194373

Publication date: 1999-07-21

Inventor: UENO ICHIRO; TSUJITA KOJI; TANAKA NORIO

Applicant: VICTOR COMPANY OF JAPAN; DAINICHISEIKA  
COLOR CHEM

Classification:

- international: G02F1/29; G02F1/29; (IPC1-7): G02F1/29

- european:

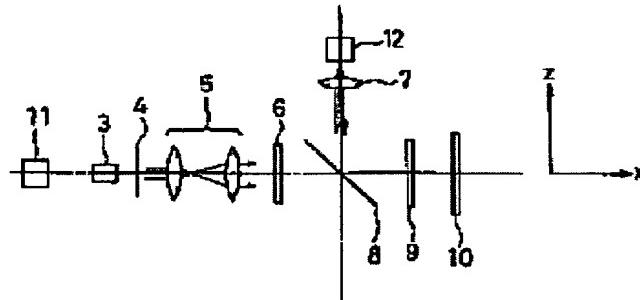
Application number: JP19970361356 19971226

Priority number(s): JP19970361356 19971226

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP11194373

PROBLEM TO BE SOLVED: To deflect light fast at a desired deflection angle. SOLUTION: This device consists of at least a light source 12 for signal light, a light source 11 for control light having a different wavelength from the light source 12 for the signal light, a wedgelike light intensity distribution adjusting means 6, and an optical element 9 formed of a light responding composition. In this optical element, a refractive index distribution is formed by the control light and the deflection of the signal light is controlled by this refractive index distribution.



---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-194373

(43) 公開日 平成11年(1999)7月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 F 1/29

識別記号

F I

G 0 2 F 1/29

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-361356

(22) 出願日

平成9年(1997)12月26日

(71) 出願人 000004329

日本ピクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(71) 出願人 000002820

大日精化工業株式会社

東京都中央区日本橋馬喰町1丁目7番6号

(72) 発明者 上野一郎

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ピクター株式会社内

(74) 代理人 弁理士 三好秀和 (外8名)

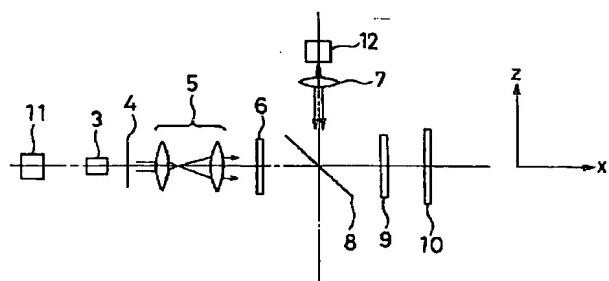
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子、光学素子を用いた偏向素子、光制御方法および光制御装置

(57) 【要約】

【課題】 高速かつ、所望の偏向角で光の偏向を行う。

【解決手段】 信号光の光源12と、信号光の光源とは波長の異なる制御光の光源11と、くさび形の光強度分布調整手段6と、光応答組成物からなる光学素子9とから少なくとも構成され、この光学素子中に制御光により屈折率分布を形成し、この屈折率分布で信号光の偏向を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 くさび形の光強度分布で光を照射されることにより、内部にくさび形の屈折率分布を形成すべく構成された光応答組成物からなる光学素子。

【請求項2】 光応答組成物からなる光学素子と、該光学素子にくさび形の光強度分布で光を照射するための強度分布調整手段とから少なくとも構成され、制御光により前記光学素子中に屈折率分布を形成し、該屈折率分布により前記制御光とは異なる波長の信号光の偏向を行うことを特徴とする光学素子を用いた偏向素子。

【請求項3】 光応答組成物からなる光学素子に該光学素子が吸収する波長の制御光をくさび形の光強度分布を持たせて照射するステップと、該照射により前記光学素子中にくさび形の屈折率分布を形成するステップと、該くさび形の屈折率分布を有した光学素子に制御光とは異なる波長の信号光を照射し、該信号光の偏向を行うことにより光を制御するステップとから少なくとも構成される光学素子を用いた光制御方法。

【請求項4】 前記制御光の強度を変えて、前記偏向の偏向角を変えることを特徴とする請求項2記載の光学素子を用いた光制御方法。

【請求項5】 光応答組成物からなる光学素子と、該光学素子にくさび形の光強度分布で光を照射するための強度分布調整手段とから少なくともなる偏向素子と、前記光学素子が吸収する波長の光を出力する第1の光源と、該第1の光源とは異なる波長の光を出力する第2の光源とから少なくとも構成され、前記第1の光源の光により前記光学素子中にくさび形の屈折率分布を発生させ、該くさび形の屈折率分布により前記第2の光源の光の偏向を制御することを特徴とする光学素子を用いた光制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信、光情報処理などの光エレクトロニクス（フォトニクス）の分野において有用な、光学素子、それを用いる偏向素子、光制御方法および光制御装置に関するものである。特に光学素子の屈折率の変化に基づいて、光（信号光）の偏向を行う光学素子、この光学素子を用いた偏向素子、光制御方法、光制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光を偏向する手段としては、次のような方法が一般に採られている。

## 【0003】 (1) 機械的にミラーを振る。

【0004】 (2) 機械的にポリゴンミラーを回転させる。

## 【0005】 (3) 音響光学効果を用いる。

## 【0006】 (4) 電気光学効果を用いる。

【0007】しかしながら、機械的にミラーを振る偏向方法は安価であるが、精度が悪く、また高周波数まで応答できないという欠点を有する。ポリゴンミラーを用いる方法は、大変高価である。音響光学効果を用いる方法は、高価で、レンズなどを用いて集光しないと高周波数まで応答しないという欠点を有する。また、電気光学効果を用いる方法は、高価で、大きく、また偏向角が小さいという欠点を有する。

【0008】係る事情に鑑み、温度により、媒体内に屈折率分布を生じさせ、光を変調する方法が、特開昭60-14221号公報に提案されている。この特開昭60-124221号公報に開示された手法は、発熱抵抗体で媒体に熱を与え、媒体内に屈折率分布を生じさせ、光を偏向している。そして、この偏向した光が遮光板で遮光されるか否かにより、光スポットを点滅させるものである。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この特開昭60-124221号公報に開示された手法は、発熱抵抗体で発熱させ、熱伝導で媒体を加熱することになるので、「熱の広がり」という問題を本来的に有する。つまり、熱の広がりにより、広い面積内で微細な熱勾配を与えることができず、所望の屈折率分布を得るのが困難である。更に、発熱抵抗体の微細加工は半導体集積回路で用いられているフォトリソグラフィ技術を採用しても、現実には極めて困難であり、一定の限界を有し、素子が大型化せざるを得ない。素子が大型化すれば、それに伴い光学系も複雑かつ大型化する。また、発熱抵抗体で発熱させ、熱伝導で媒体を加熱することになるので、応答が遅く、屈折率変化の周波数を上げることができないという不具合を本質的な問題として有している。

【0010】上記問題点を鑑み、本発明は所定の領域にくさび形の屈折率分布を持たせ、この屈折率分布により、透過する光（信号光）を所望の偏向角に正確に偏向させることのできる光学素子を提供することである。

【0011】本発明の他の目的は、屈折率変化の周波数を上げ、この屈折率変化を用いた高速の偏向制御を可能とする光学素子を提供することである。

【0012】本発明の更に他の目的は、できる限り低い光パワーで充分な偏向角の光偏向を可能とする光学素子を提供することである。

【0013】本発明の更に他の目的は、安価でしかも精度の高い偏向素子を提供することである。

【0014】本発明の更に他の目的は、高速の偏向制御を可能とする偏向素子を提供することである。

【0015】本発明の更に他の目的は、できる限り低い光パワーで充分な偏向角の光偏向が可能な偏向素子を提供することである。

【0016】本発明の更に他の目的は、簡単かつ正確に

光を偏向させることができる光制御方法を提供することである。

【0017】本発明の更に他の目的は、光学素子中の屈折率変化の周波数を上げ、この結果、高速の偏向制御を可能とする光制御方法を提供することである。

【0018】本発明の更に他の目的は、できる限り低い光パワーで充分な偏向角の光偏向を行い、より省エネルギーかつ経済的な光制御方法を提供することである。

【0019】本発明の更に他の目的は、装置構成が簡単で価格が安く、かつ正確に光を偏向させることができる光制御装置を提供することである。

【0020】本発明の更に他の目的は、装置構成がコンパクトで、しかも高速の偏向制御が可能な光制御装置を提供することである。

【0021】本発明の更に他の目的は、できる限り低い光パワーで充分な偏向角の光偏向が可能で、ランニングコストが低い光制御装置を提供することである。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の特徴は、くさび形の光強度分布で光を照射されることにより、内部にくさび形の屈折率分布を形成すべく構成された光応答組成物からなる光学素子であることである。内部にくさび形の屈折率分布を形成するためには、光強度分布をくさび形にするための強度分布調整手段を光学素子の近傍等所定の位置関係で配置し、光学素子中にくさび形の温度分布を形成すれば良い。この光学素子に対して光学素子が吸収する波長のレーザ光等の制御光を選択して照射することは勿論である。そしてこの光学素子を用いて、信号光の偏向を行うためには、制御光とは異なる波長の信号光をくさび形の屈折率分布で偏向させ、信号光のみを取り出すようにすれば良い。例えば、強度分布調整手段は、四角あるいは長方形の窓を持ち、この窓を透過した光の強度分布がくさび形になる様にしたフィルターで構成すれば良い。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているので発熱体自身の昇温に要する時間遅れや、熱伝導に必要な時間遅れはないため高速に所望の温度分布が達成される。このため、極めて短時間で所望の屈折率分布が形成できる。そして光学素子中の光応答組成物に照射する制御光の強度を変える（例えば、光源からの出射光パワーを変える）ことにより、屈折率を変化させ偏向角を所定の範囲で自由に変えることが可能である。また、光応答組成物は、公知の技術により簡単に製造できるので、本発明の第1の特徴の光応答組成物からなる光学素子の価格は安い。

【0023】本発明の第2の特徴は、光応答組成物からなる光学素子と、この光学素子にくさび形の光強度分布で光を照射するための強度分布調整手段とから少なくとも構成され、制御光により光学素子中に温度分布を形成しこの温度分布による屈折率分布により制御光とは異なる

る波長の信号光の偏向を行う偏向素子であることを特徴とする。本発明の第2の特徴の強度分布調整手段は、四角あるいは長方形の窓を持ち、この窓を透過した光の強度分布がくさび形になる様にしたフィルターで構成すれば良い。強度分布調整手段の窓に、光源から出た光（例えば半導体レーザ光）を照射し、この窓を透過した光を光学素子中の光応答組成物に結像することにより光学素子中に所定の熱エネルギー分布（温度分布）が形成され、この結果くさび形の屈折率分布が形成される。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているので短時間で所望の温度分布および屈折率分布が形成できる。このため偏向周波数は高く、10 kHz程度は容易に達成できる。光応答組成物を選べば、1 MHz程度の高い偏向周波数も可能である。そして光学素子中の光応答組成物に照射する制御光強度を変える（例えば、光源からの出射光パワーを変える）ことにより、屈折率を変化させ偏向角を変えることが可能である。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているので加熱効率は高く、低い光パワーで所定の範囲の偏向角を自由に変えられる。

【0024】本発明の第3の特徴は、光応答組成物からなる光学素子にこの光学素子が吸収する波長の制御光をくさび形の光強度分布を持たせて照射するステップと、この制御光の照射により光学素子中にくさび形の屈折率分布を形成するステップと、くさび形の屈折率分布を有した光学素子に制御光とは異なる波長の信号光を照射し、信号光の偏向を行い、光を制御するステップとから少なくとも構成される光学素子を用いた光制御方法であることがある。くさび形の光強度分布を持たせるためには、四角あるいは長方形の窓を持ち、この窓を透過した光の強度分布がくさび形になる様にしたフィルターを用いれば良い。このフィルターの窓に、光源から出た光を照射し、この窓を透過した光を光学素子中の光応答組成物に結像することにより光学素子中に所定の熱エネルギー分布（温度分布）が形成され、この結果くさび形の屈折率分布が形成される。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているので高速に温度分布および屈折率分布が形成できる。このため偏向周波数は高く、10 kHz程度は容易に達成できる。光応答組成物を選べば、1 MHz程度の高い偏向周波数も可能である。そして光学素子中の光応答組成物に照射する制御光強度を変えることにより、屈折率を変化させ偏向角を高速に変えることが可能である。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているのでエネルギー効率は高く、大きな偏向角が得られる。従って、低い光パワーで所定の範囲の偏向角が自由に変えられる。

【0025】本発明の第4の特徴は、光応答組成物からなる光学素子と、光学素子にくさび形の光強度分布で光を照射するための強度分布調整手段とから少なくともなる偏向素子と；この光学素子が吸収する波長の光（制御光）を出力する第1の光源と；第1の光源とは異なる波

長の光（信号光）を出力する第2の光源とから少なくとも構成され、第1の光源の光（制御光）により光学素子中に屈折率分布を発生させ、この屈折率分布により第2の光源の光（信号光）の偏向を制御する光学素子を用いた光制御装置であることである。本発明の第3の特徴における強度分布調整手段は、四角あるいは長方形の窓を持ち、この窓を透過した光の強度分布がくさび形になる様にしたフィルターで構成すれば良い。強度分布調整手段の窓に、光源から出た光（制御光）を照射し、この窓を透過した光を光学素子中の光応答組成物に結像することにより光学素子中に所定の熱エネルギー分布（温度分布）が形成され、この結果くさび形の屈折率分布が形成される。光で光応答組成物の所定の部分を直接を加熱しているので高速に温度分布および屈折率分布が形成できる。このため偏向周波数は高く、10kHz程度は容易に達成できる。更に、光応答組成物を選べば、1MHz程度の高い偏向周波数も可能である。そして光学素子中の光応答組成物に照射する制御光強度を変えることにより、偏向角を変えることが可能である。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているのでエネルギー効率は高く、装置の消費電力は小さい。そして、低い光パワーで、所定の範囲の偏向角を自由に変えられ、効率的である。本発明の第4の特徴において第1の光源の光（制御光）および第2の光源の光（信号光）をほぼ同じ光軸にして光学素子に入射させるためにはビームスプリッタ等の光混合器を用いれば良い。また光学素子から出力される信号光と制御光とを分離するためには所定の波長選択フィルターを用いれば良い。その他、光学素子に定められた大きさのビーム径で効率良く制御光および信号光を入射させるためには公知のレンズ等を用いた光学系を用いれば良いことは勿論である。いずれにしても、簡単な装置構成で光制御装置ができるので、装置全体がコンパクトになり、その価格も安い。

#### 【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0027】（第1の実施の形態）図1は本発明の第1の実施形態に係る光制御装置の概略構成例を示す。本発明の第1の実施の形態に係る光制御装置は、図1に概要を例示するように制御光の光源（第1の光源）11、信号光の光源（第2の光源）12、光変調器3、シャッター4、レンズ群5、NDフィルター6、レンズ7、光混合器8、本発明の光学素子9、波長選択透過フィルター10から構成されている。

【0028】制御光の光源11にはレーザ装置が好適である。本発明の第1の実施形態に係る光制御装置は制御光としてガスレーザや固体レーザを用いる場合の例である。その発振波長および出力は、本発明の光制御方法が対象とする信号光の波長および使用する光応答性組成物の応答特性に応じて適宜選択される。レーザ発振の方式

については特に制限はなく、発振波長帯域、出力、および経済性などに応じて任意の形式のものを用いることができる。また、レーザ光源の光を非線形光学素子によって波長変換してから使用しても良い。具体的には例えば、アルゴンイオンレーザ（発振波長457.9ないし514.5nm）、ヘリウム・ネオンレーザ（633nm）などの気体レーザ、ルビーレーザやNd:YAGレーザなどの固体レーザ、色素レーザなどを好適に使用することができる。信号光の光源（第2の光源）12は制御光の光源（第1の光源）11とは異なる波長のレーザ装置を用いる。また、信号光の光源12にはレーザ光源からのコヒーレント光だけではなく非コヒーレント光を使用することもできる。また、レーザ装置の他に、発光ダイオード、ネオン放電管など、単色光を与える光源や、タンゲステン電球、メタルハライドランプ、キセノン放電管などからの連続スペクトル光を光フィルターやモノクロメーターで単色化して用いても良い。

【0029】光変調器3は、偏向角を変えるために制御光強度を変化させるために用いる。例えば、AO変調器やEO変調器を用いれば良い。シャッター4は、制御光が必要でないときに遮光するために用いられるものであり、光変調器3で代用するときは用いる必要はない。シャッター4を使用する場合、その形式としては任意のものを使用することができ、例えば、オプティカルショッパ、メカニカルシャッター、液晶シャッター、光カ一効果シャッター、ポツケルセル、光音響素子などのうちから、シャッター自体の作動速度を勘案して適宜選択して使用することができる。

【0030】レンズ群5は、制御光の光源11であるガスレーザや固体レーザの光を定められた大きさにして光学素子9に照射するために用いる。

【0031】NDフィルター6は制御光の強度分布を図2に示すようにくさび形にするために用いる。図2において、制御光の光軸方向をx軸とし、y軸は図1で紙面上に垂直方向であり、z軸は紙面内で制御光の光軸（x軸）に垂直な方向である。

【0032】レーザ光の強度分布は、図3(a)に示すようにガウス分布している。レンズ口径がレーザ光よりも大きければ、レンズを通過したレーザ光もガウス分布している。このままではNDフィルター6に入射するレーザ光はガウス分布している。本発明の第1の実施形態の光制御装置においては、このガウス分布したレーザ光の一部分を、図3(b)に示すようなy-z平面において、レーザ光透過窓63を用いて抜き出す。図3(b)で、外周62は、同心円上のガウス分布においてレーザ光強度がほぼ0%と見なせる位置、即ちビーム径である。即ち、ガウス分布したレーザ光の一部分を抜き出すために、NDフィルター6の前あるいは光学素子9の前に、所定のレーザ光透過窓63を設置する。このレーザ光透過窓は、図3(b)に示すように、y軸方向の一方

の辺（下辺）が、ガウス分布の最大強度（100%）の位置を通る線分、y軸方向の他方の辺（上辺）がガウス分布の中心強度の約30%の位置を通る線分、z軸方向の両方の辺（右辺および左辺）がガウス分布の約70%の位置を通る線分で構成されのような矩形の窓である。このレーザ光透過窓は光学素子9上で大きさが約0.03mm角乃至0.1mm角である。この図1では省略したレーザ光透過窓63とNDフィルター6との組み合わせで本発明の強度分布調整手段を構成し、図2に示すようなz軸方向に屈折率が変化したくさび形の光強度分布にする。そして、この本発明の強度分布調整手段と光学素子9とで、本発明の偏向素子を構成している。

【0033】光学素子9には、図2のようなくさび形の光強度分布を持った光が入射し、光を吸収した光学素子9は光吸収に起因する熱により屈折率変化をおこす。屈折率の変化は、入射光強度がある値以下では、ほぼ光の入射強度に比例する。よって一次元方向でくさび形の光を入射させると、z軸方向に屈折率が変化したくさび形の屈折率分布が生じる。この光学素子9に用いられる光応答組成物としては化合物半導体の単結晶等の公知の種々のものを用いれば良い。これらの光応答組成物の具体例については後述する。

【0034】信号光を光混合器8を用いて制御光とほぼ同じ光軸にして光学素子9に入射させると、信号光はz軸方向に屈折率が変化したくさび形の屈折率分布によって偏向する。偏向する角度（偏向角）は、0°ないし30°の範囲で、制御光のパワーによって変えられる。制御光のパワーがゼロのときは、偏向はしない。制御光のパワーをゼロから上げるに従って偏向角が増大する。光で光応答組成物の所定の部分を直接加熱しているのでエネルギー効率は高く、例えばヘリウム・ネオンレーザ（633nm）を制御光とした場合には、20ないし130mW程度の低い光パワーで、所望の偏向角を（0°ないし30°の範囲で）自由に得ることができる。光混合器8は、光学素子に入射する制御光および信号光の光路を調節するために用いるものである。偏光ビームスプリッター、非偏光ビームスプリッター、又はダイクロイックミラーのいずれも使用することができる。

【0035】波長選択フィルター10により、制御光をカットし、信号光のみを透過させ、信号光の偏向を行う。波長の異なる信号光と制御光とを分離するための手段としては他に、プリズム、回折格子、ダイクロイックミラーなどを使用することができる。波長選択透過フィルター10としては、制御光の波長帯域の光を完全に遮断し、一方、信号光の波長帯域の光を効率良く透過することのできるような波長選択透過フィルターであれば、公知の任意のものを使用することができる。例えば、色素で着色したプラスチックやガラス、表面に誘電体多層蒸着膜を設けたガラスなどを用いることができる。

【0036】ここで、光学素子9に用いる光応答組成物

の具体例について述べる。この光応答組成物は、制御光をくさび形の光強度分布を持たせて照射し、制御光を吸収した領域およびその周辺領域に起こる温度上昇に起因して可逆的に屈折率の変化を生じさせような光吸収性の材料であれば良い。例えば、

(a) 化合物半導体の単結晶、あるいはこの化合物半導体の微粒子をマトリックス材料中へ分散したもの。化合物半導体としては、例えば、GaAs、GaAsP、GaAlAs、InP、InAs、PbTe、InGaAsP、ZnSeなどを用いれば良い。

【0037】(b) 単元素半導体の単結晶薄膜、多結晶薄膜ないし多孔質薄膜、又はこの単元素半導体の微粒子をマトリックス材料中へ分散したもの。単元素半導体としてはシリコン(Si)、ゲルマニウム(Ge)、セレン(Se)、テルル(Te)などを用いれば良い。

【0038】(c) 異種金属イオンをドープした金属ハロゲン化物の単結晶、又は、この金属ハロゲン化物の微粒子をマトリックス材料中へ分散したもの。金属ハロゲン化物としては臭化カリウム、塩化ナトリウム、臭化銅、塩化銅、塩化コバルトなどを用いれば良い。

【0039】(d) 銅などの異種金属イオンをドープしたCdS、CdSe、CdS<sub>x</sub>S、CdS<sub>x</sub>Teなどのカドミウムカルコゲナイトの単結晶、又はこれらのカドミウムカルコゲナイトの微粒子をマトリックス材料中に分散したもの。

【0040】(e) ルビー、アレキサンドライト、ガーネット、Nd:YAG、サファイア、Ti:サファイア、Nd:YLFなど、金属イオンをドープした宝石に相当する単結晶（いわゆるレーザ結晶）；金属イオン（例えば、鉄イオン）をドープしたニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)、LiB<sub>3</sub>O<sub>5</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、KTiOPO<sub>4</sub>、KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>、KNbO<sub>3</sub>、BaB<sub>2</sub>O<sub>2</sub>などの強誘電性結晶；金属イオン（例えば、ネオジウムイオン、エルビウムイオンなど）をドープした石英ガラス、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラス、その他のガラス。

【0041】(f) マトリックス材料中に色素を溶解又は分散したもの。

【0042】が挙げられる。

【0043】これらの光応答組成物（光吸収性の材料）の中でも、(f)のマトリックス材料中に色素を溶解又は分散したものは、マトリックス材料および色素の選択範囲が広く、かつ薄膜光素子への加工も容易であるため、本発明で特に好適に用いることができる。本発明の第1の実施形態に係る光制御装置の偏向周波数は高く、10kHz程度は容易に達成できるが、特に上記の光応答組成物の内から適切な光吸収性の材料を選べば、100kHzないし1MHz程度の高い偏向周波数も可能である。

【0044】本発明で用いることができる色素の具体例

としては、例えば、ローダミンB、ローダミン6G、エオシン、フロキシンBなどのキサンテン系色素、アクリジンオレンジ、アクリジンレッドなどのアクリジン系色素、エチルレッド、メチルレッドなどのアゾ色素、ポリフィリン系色素、フタロシアニン系色素、3、3'－ジエチルチアカルボシアニンヨージド、3、3'－ジエチルオキサジカルボシアニンヨージドなどのシアニン色素、エチル・バイオレット、ピクトリア・ブルーRなどのトリアリールメタン系色素などを好適に使用することができる。

【0045】本発明では、これらの色素を単独で、又は、2種以上を混合して使用することができる。

【0046】本発明で用いることのできるマトリックス材料は、(1) 本発明の光制御方法で用いられる光の波長領域で透過率が高いこと、(2) 本発明で用いられる色素又は種々の微粒子を安定性良溶解又は分散できること、(3) 必要に応じて自己形態保持性であること、という条件を満足するものであれば任意のものを使用することができる。

【0047】無機系のマトリックス材料としては、例えば金属ハロゲン化物の単結晶、金属酸化物の単結晶、金属カルコゲナイトの単結晶、石英ガラス、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラスなどの他、いわゆるゾルゲル法で作成された低融点ガラス材料などを使用することができる。また、有機系のマトリックス材料としては、例えば種々の有機高分子材料を使用することができる。

【0048】これらのマトリックス材料中へ色素を溶解又は分散させるには公知の方法を用いることができる。例えば、(イ) 色素とマトリックス材料を共通の溶媒中へ溶解して混合した後、溶媒を蒸発させて除去する方法；(ロ) ゾルゲル法で製造する無機系マトリックス材料の原料溶液へ色素を溶解又は分散させてからマトリックス材料を形成する方法、(ハ) 有機高分子系マトリックス材料のモノマー中へ、必要に応じて溶媒を用いて、色素を溶解又は分散させてからこのモノマーを重合しないし重縮合させてマトリックス材料を形成する方法；あるいは(ニ) 色素と有機高分子系マトリックス材料を共通の溶媒中に溶解した溶液を、色素および熱可塑性の有機高分子系マトリックス材料の両方が不溶の溶剤中へ滴下し、生じた沈殿を濾別し乾燥してから加熱・溶融加工する方法などを好適に用いることができる。色素とマトリックス材料の組み合わせおよび加工方法の工夫で色素分子を凝集させ、「H会合体」や「J会合体」などと呼ばれる特殊な会合体を形成させられることが知られているが、マトリックス材料中の色素分子をこの様な凝集状態もしくは会合状態を形成する条件で使用しても良い。

【0049】また、これらのマトリックス材料中へ上述した半導体や金属ハロゲン化物等の種々の微粒子を分散させるには公知の方法を用いることができる。例えば(イ) これらの微粒子をマトリックス材料の溶液、又

は、マトリックス材料の前駆体の溶液に分散した後、溶媒を除去する方法；(ロ) 有機高分子系マトリックス材料のモノマー中へ、必要に応じて溶媒を用いて、微粒子を分散させてからモノマーを重合ないし重縮合させてマトリックス材料を形成する方法；(ハ) 微粒子の前駆体として、例えば過塩素酸カドミウムや塩化金などの金属塩を有機高分子系マトリックス材料中へ溶解又は分散した後、硫化水素ガスで処理して硫化カドミウムの微粒子を、又は、熱処理することで金の微粒子を、それぞれマトリックス材料中に析出させる方法；(ニ) あるいは化学的気相成長法(CVD)においてこれらの微粒子を含むドーパントガスを用いてマトリックス材料を成長する方法や、スパッタリング法においてこれらの微粒子を含むターゲットを用いてマトリックス材料を堆積する方法等を好適に用いることができる。

【0050】なお、本発明の光学素子9で用いられる光応答組成物は、その機能に支障をきたさない範囲において、加工性を向上させたり、光学素子としての安定性・耐久性を向上させるため、添加物として公知の酸化防止剤、紫外線吸収剤、一重項酸素クエンチャーハン、分散助剤などを含有しても良い。

【0051】【光学素子の作成方法】本発明の光学素子9の作成方法は、光学素子9の構成および使用する材料の種類に応じて任意に選定され、公知の方法を用いることができる。例えば、

(A) 光学素子中の光応答組成物に用いられる光吸収性的材料が、単結晶の場合は、単結晶の切削・研磨加工によって、光吸収層膜を作成することができる。

【0052】(B) 色素を含有したマトリックス材料からなる光吸収層膜と、光学ガラスを組み合わせて用いた薄膜状光学素子を作成する場合は、以下に列挙するような方法によって、光吸収層膜を作成することができる。

【0053】(イ) 色素およびマトリックス材料を溶解した溶液を、伝熱層膜として用いられる光学ガラス基板上に塗布法、ブレードコート法、ロールコート法、スピンドルコート法、ディッピング法、スプレー法などの塗工法で塗工するか、あるいは、平版、凸版、凹版、孔版、スクリーン、転写などの印刷法で印刷して光吸収層膜層を形成する方法。この場合、光吸収層膜の形成にゾルゲル法による無機系マトリックス材料作成方法を利用することもできる。

【0054】(ロ) 電着法、電解重合法、ミセル電解法(特開昭63-243298号公報)などの電気化学的成膜手法で光学ガラス基板上に堆積する方法。

【0055】(ハ) 水の上に形成させた单分子膜を光学ガラス基板上に移し取るラングミア・プロジェクト法。

【0056】(ニ) 光吸収層膜を形成する有機高分子系マトリックス材料が熱可塑性の場合、ホットプレス法(特開平4-99609号公報)や延伸法を用いても薄膜ないし厚膜状の模型光学素子を光学ガラス基板上に作

成することができる。

【0057】(木) 原料モノマーの重合ないし重縮合反応を利用する方法として、例えば、モノマーが液体の場合、キャスティング法、リアクション・インジェクション・モールド法、および、光重合法など手法で光学ガラス基板上に堆積する方法。更に、この液体を気化させればプラズマ重合法を用いることも可能である。

【0058】(ヘ) 昇華転写法、真空蒸着法、イオンビーム法、スパッタリング法、プラズマ重合法、CVD法、有機分子線蒸着法(有機MBE法)などの方法で光学ガラス基板上に堆積する方法。

【0059】(ト) 2成分以上の有機系光学材料を溶液又は分散液状態で各成分毎に設けた噴霧ノズルから高真空容器内に噴霧して基板上に堆積させ、加熱処理することによる複合型光学薄膜の製造方法(特許第25999569号)を利用することもできる。

【0060】(C) 更に、これらの光学ガラスを組み合わせて用いた薄膜状光学素子以外にも、色素を溶液に溶解又は分散状態にし、薄いセルに入れた状態で使用することも可能である。

【0061】(第2の実施の形態) 図4には本発明の第2の実施形態の光制御装置の概略構成例が示されている。第2の実施の形態は制御光として半導体レーザを用いる例である。図4に概要を例示するように、本発明の第2の実施形態に係る光制御装置は、制御光の光源(第1の光源)としての半導体レーザ21、信号光の光源(第2の光源)22、レンズ群5、NDフィルター6、レンズ7、光混合器8、本発明の光学素子9、波長選択透過フィルター10から構成される。

【0062】半導体レーザ21はGaAs、InGaP、InGaAlP、InGaAlAs、GaAlAsSb、GaN系等の発振波長および出力に応じて適宜選択される。特に制御光の光源としての半導体レーザの波長は信号光の光源22の波長とは異なる波長となるようを選ぶ。また光学素子9の光吸収特性を考慮して選ぶ。半導体レーザ21の光を非線形光学素子によって波長変換してから使用しても良い。

【0063】図4に示す構成は基本的に図1に示す構成と共に通する部分を有するが、図1に示した光変調器3やシャッター4は不用である。半導体レーザを駆動する電源を制御し、半導体レーザの出力を容易に変調したりオン・オフできるからである。信号光の光源22にも半導体レーザを用いることが好ましいが、半導体レーザ以外のガスレーザや固体レーザを用いることを妨げるものではない。またこれらのレーザ光源からのコヒーレント光だけではなく非コヒーレント光を使用することもできる。また、レーザ装置以外でも、発光ダイオード、ネオン放電管など、単色光を与える光源や、タンゲステン電球、メタルハライドランプ、キセノン放電管などからの連続スペクトル光を光フィルターやモノクロメーターで

単色化して用いても良い。

【0064】本発明の第2の実施の形態においては信号光の光源22として半導体レーザ(発振波長780nm、連続発振出力3mW)の出射光をほぼ平行光にして光学素子上に約50μmで照射して用い、一方、制御光の光源21として半導体レーザ(発振波長694nm、ビーム断面のエネルギー分布はガウス分布、出力最大50mW)を用いた場合について説明する。

【0065】レンズ群5は、半導体レーザ21からの出力光を定められた大きさにして光学素子9に照射するために用いる。半導体レーザ21からの出力光のビーム広がり角は、一般に楕円状で活性層に垂直な方向では30度前後、活性層に水平な方向では10度前後である。この様な広がり角を持ったレーザ光の大きさを水平方向の広がりも垂直方向の広がりもほぼ同じにして光学素子9に照射するために、垂直方向にレンズ作用を持つ焦点距離が約10mmのシンドリカルレンズ51と水平方向にレンズ作用を持つ焦点距離が約30mmのシンドリカルレンズ52を用いた。

【0066】NDフィルター6は制御光の強度分布を第1の実施の形態で説明した図2に示すようにくさび形にするために用いる。レーザ光の強度分布は、図3に示したようにガウス分布している。レンズ口径がレーザ光よりも大きければ、レンズを通過したレーザ光もガウス分布している。本発明の第2の実施形態の光制御装置においては、このガウス分布したレーザ光の一部分をレーザ光透過窓(図4では省略してある)を用いて抜き出す。即ち、ガウス分布したレーザ光の一部分を抜き出すために、NDフィルター6の前あるいは光学素子9の前に、所定のレーザ光透過窓を設置する。このレーザ光透過窓は、第1の実施の形態で説明したように、ガウス分布の中心強度の100%の位置を取り囲み、z軸方向に関し非対称に配置される矩形の窓である。この図4では図示を省略したレーザ光透過窓とNDフィルター6との組み合わせで本発明の強度分布調整手段を構成し、図2に示すような光強度分布にする。そして、この本発明の強度分布調整手段と光学素子9とで、本発明の偏向素子を構成している。光学素子9には、図2のようなくさび形の光強度分布を持った光が入射し、光を吸収した光学素子9は光吸収に起因する熱により屈折率変化をおこす。屈折率の変化は、入射光強度がある値以下では、ほぼ光の入射強度に比例する。よって一次元方向でくさび形の光を入射させると、くさび形の屈折率分布が生じる。この光学素子9としては第1の実施の形態において説明した半導体単結晶薄膜、金属ハロゲン化物単結晶薄膜、マトリックス材料中に色素を溶解(又は分散)したものなどの光応答組成物(光吸収性の材料)を用いれば良い(より具体的には第1の実施の形態を参照されたい)。

【0067】本発明の第2の実施形態に係る光制御装置において、信号光を光混合器8を用いて制御光とほぼ同

じ光軸にして光学素子9に入射させると、信号光は偏向する。偏向する角度は、制御光の半導体レーザ21のパワーによって変えられる。制御光のパワーがゼロのときは、偏向はしないが、制御光のパワーを上げるに従って偏向角が増大する。光混合器8は、光学素子9に入射する制御光および信号光の光路を調節するために用いるものである。偏光ビームスプリッター、非偏光ビームスプリッター、又はダイクロイックミラーのいずれも使用することができる。

【0068】波長選択フィルター10により、制御光をカットし、信号光のみを透過させ、信号光の偏向を行う。波長の異なる信号光と制御光とを分離するための手段としては他に、プリズム、回折格子、ダイクロイックミラーなどを使用することができる。波長選択透過フィルター10としては、制御光の波長帯域の光を完全に遮断し、一方、信号光の波長帯域の光を効率良く透過することのできるような波長選択透過フィルターであれば、公知の任意のものを使用することができる。

#### 【0069】

【発明の効果】以上述べてきたように、本発明によれば、素子内の屈折率分布により、素子を透過する光（信号光）を所望の偏向角に正確に偏向させることのできる光学素子を提供することができる。

【0070】更に本発明によれば、光で加熱しているため光学素子の所望の領域のみを短時間で加熱でき、屈折率変化の周波数を上げることが容易である。従って、10kHzないし1MHz程度の高い偏向周波数での偏向制御を可能とする光学素子を提供することができる。またこれに必要な光パワーは20ないし130mW程度の低い光パワーで充分であり、0°ないし30°の範囲の偏向角を自由に変えられる。これらの値は、光学素子9上で大きさが約0.1mm角に光が照射された場合であり、光の照射面積を約0.03mm角にすれば、必要なパワーは2乃至13mW程度で十分となる。

【0071】更に本発明によれば、安価でしかも精度の高い偏向素子を提供することができる。この偏光素子は10kHzないし1MHz程度の高い偏向周波数が可能である。

【0072】更に本発明によれば、簡単かつ正確に、0°ないし30°の範囲の偏向角で光を偏向させることができる光制御方法を提供することができる。この光制御方法によれば10kHzないし1MHz程度の高い偏向

周波数が可能であり、偏向制御に必要な光パワーは20ないし130mW程度の低い光パワーで充分であるため、より省エネルギーかつ経済的な光制御方法を提供することができる。

【0073】更に本発明によれば、装置構成が簡単で価格が安く、かつ正確に光を偏向させることができると光制御装置を提供することができる。この光制御装置は10kHzないし1MHz程度の高い偏向周波数が可能であり、光通信や光情報処理に適用すれば大量の情報を処理することができる。また偏向制御に必要な光パワーは例えば、20ないし130mW程度の低い光パワーで充分であり、ランニングコストが低減できる。更に、この光制御装置は0°ないし30°の範囲の偏向角を自由に変えられる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るガスレーザ又は固体レーザを制御光として用いる場合の光制御装置の構成を例示した図である。

【図2】光学素子に入射する制御光の光強度を示す図である。

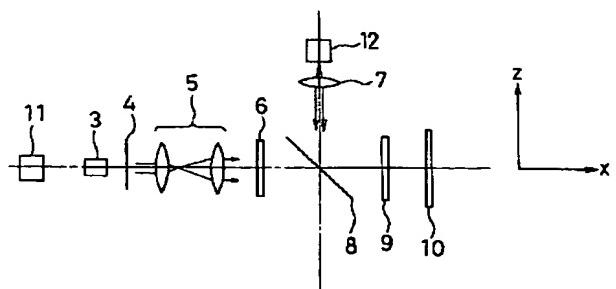
【図3】図3(a)は制御光としてのレーザ光の強度分布を示す図で、図3(b)は、このレーザ光の強度分布とレーザ光透過窓の位置関係を説明する図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る半導体レーザを制御光として用いる場合の光制御装置の構成を例示した図である。

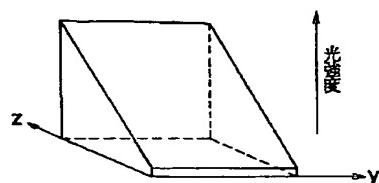
#### 【符号の説明】

- 3 光変調器
- 4 シャッター
- 5 レンズ群
- 6 NDフィルター
- 7 レンズ
- 8 光混合器
- 9 本発明の光学素子
- 10 波長選択フィルター
- 11 制御光の光源（ガスレーザ又は固体レーザ）
- 12 信号光の光源（ガスレーザ又は固体レーザ）
- 21 制御光の光源（半導体レーザ）
- 22 信号光の光源（半導体レーザ）
- 51, 52 シリンドリカルレンズ
- 62 ビーム径
- 63 レーザ光透過窓

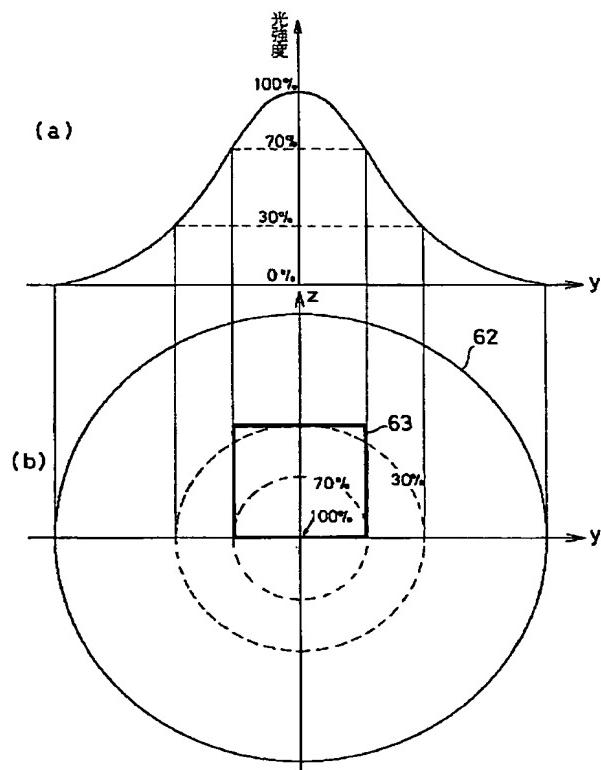
【図 1】



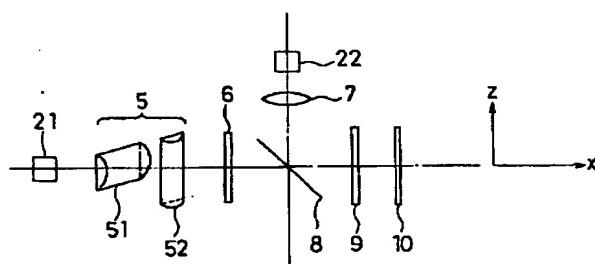
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72) 発明者 江田 公二

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番  
地 日本ピクター株式会社内

(72) 発明者 田中 教雄

東京都足立区堀之内1-9-4 大日精化  
工業 株式会社内